

ISSN 1330-7142

UDK = 631.523:633.11

RAZLIČITOST HRVATSKE GERMLAZME PŠENICE NA OSNOVI SVOJSTAVA KLASA

Ivana Rukavina ⁽¹⁾, Sonja Marić ⁽²⁾, T. Čupić ⁽³⁾ V. Guberac ⁽²⁾, Sonja Petrović ⁽²⁾

Izvorni znanstveni članak

Original scientific paper

SAŽETAK

Morfološka svojstva klasa korištena su za utvrđivanje genetske različitosti 50 sorti heksaploidne ozime pšenice porijeklom iz hrvatskih oplemenjivačkih programa. Poljski pokusi postavljeni su na dvije lokacije tijekom dvije vegetacijske godine (2008./09. i 2009./10.). Ocjene u poljskim pokusima i laboratoriju provedene su na 13 svojstava klasa koja se koriste u DUS ispitivanju. Temeljem provedenog istraživanja genetske različitosti hrvatske germplazme pšenice na osnovi morfoloških svojstava klasa, utvrđena je visoka razina različitosti (0,625) između ispitivanih sorata, te su se izdvojile sorte Super Žitarka i AFZG Karla, između kojih je utvrđen najveći koeficijent različitosti (0,94). Primjenom UPGMA metode, sve su sorte u različitim skupinama pokazale prisustvo značajne genetske različitosti. Na osnovi analiziranih podataka, utvrđene su najudaljenije sorte najboljih morfoloških svojstava klasa, što će pomoći pri uspješnom izboru novih roditeljskih kombinacija u budućim oplemenjivačkim programima.

Ključne riječi: pšenica, različitost, DUS, morfološka svojstva, klasa

UVOD

Genetska različitost jedan je od čimbenika važnih za oplemenjivanje bilja i osnova za daljnje genetsko poboljšanje kultiviranoga bilja. Prikupljanje i kolekcioniranje germplazme, odnosno izvora genetske varijabilnosti, predstavlja osnovu svakoga oplemenjivačkoga procesa (Bedő i sur., 1998.; Reif i sur., 2005.; Ali i sur., 2008., Dvojković i sur., 2010., Petrović i sur., 2012.a, Petrović i sur. 2012.b, Rukavina i sur., 2012.) i omogućava pravilan odabir genetski različitih i divergentnih roditelja te, u konačnici, stvaranje visokoprinosnih i visokokvalitetnih sorata i hibrida. U protivnome, sužavanje genetske osnove samo otežava buduću oplemenjivački rad (Reif i sur., 2005.; Bede i Petrović, 2006.). Ispitivanje i procjena morfoloških razlika sorata za oplemenjivački postupak od velike je važnosti, jer se u klasičnome oplemenjivačkome procesu utvrđivanje različitosti između sorti provodi ocjenom velikoga broja morfoloških svojstava. Posljednjih desetak godina proveden je veliki broj istraživanja genetske različitosti na osnovi morfoloških svojstava (Kobiljski i sur., 2002.; Tasnuva i sur., 2010.). Za većinu biljnih vrsta prve su genetske karte bile napravljene pomoću morfoloških markera. Danas se morfološka svojstva koriste pri opisu novopriznatih sorti

pri likom ispitivanja različitosti, ujednačenosti i postojanosti (DUS-Distinctness, Uniformity and Stability) (Jones i sur., 2003.; Rukavina i sur., 2008.). Različita su mišljenja o prednostima i nedostacima korištenja morfoloških markera.

Glavni nedostaci morfoloških svojstava su utjecaj faktora okoline i razvojna faza biljke (Winter i Kahl, 1995.), dok, prema Smykalu i sur. (2008.), ipak postoje tri glavna razloga i prednosti korištenja morfoloških svojstava: 1. veliki broj svojstava, 2. lakši način promatranja i ocjenjivanja i 3. za dio svojstava prisutna je mala interakcija genotip x okolina.

Cilj je ovog istraživanja procjena genetske različitosti hrvatske germplazme pšenice na temelju morfoloških svojstava klasa, što će ukazati na najrazličitije genotipove koji mogu poslužiti kao roditeljski parovi za novi ciklus selekcije.

(1) Dr.sc. Ivana Rukavina (ivana.rukavina@hcphs.hr) – Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo, Zavod za sjemenarstvo i rasadničarstvo, Usorska 19, Brijest, Osijek, Hrvatska, (2) Prof.dr.sc. Sonja Marić, prof. dr.sc. Vlado Guberac, doc.dr.sc. Sonja Petrović – Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d, Osijek, Hrvatska (3) Dr.sc. Tihomir Čupić – Poljoprivredni institut Osijek, Južno predgrađe 17, Osijek, Hrvatska

MATERIJAL I METODE

Istraživanje je provedeno na 50 sorti heksaploidne ozime pšenice porijeklom iz pet hrvatskih oplemenjivačkih centara (Poljoprivredni institut Osijek – 17 sorti, Bc institut za oplemenjivanje i proizvodnju bilja d.d. – 15 sorti, Agrigenetics d.o.o. – 12 sorti, Jošt sjeme istraživanja d.o.o. – 4 sorte i Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu – 2 sorte) priznatih u periodu 1983.-2010. godina. Pokusi su uključivali i sorte primjere za promatrana morfološka svojstva koje se nalaze u UPOV TG 3/11 (1996.) vodiču za pšenicu, a njihova je uloga u razjašnjavanju ekspresije svakoga pojedinoga promatranoga svojstva.

Poljski pokusi postavljeni su u sklopu pokusnoga polja DUS ispitivanja na lokacijama Osijek 45°32'N i 18°44'E (glavna lokacija) i Klisa 45°46'N i 18°81'E (rezervna lokacija). Na obje lokacije pokus je postavljen po slučajnome bloknome rasporedu u 2 ponavljanja, s veličinom osnovne parcele 6,25m². Svaka parcela uključivala je 200 biljaka/m², što je ukupno 1250 biljaka po osnovnoj parceli. Za potrebe ovog istraživanja ocjenjivanje svojstava klasa obavljeno je na obje lokacije tijekom dvije vegetacijske godine (2008./2009. i 2009./2010.). Na pokusima su provedene redovne agrotehničke mjere uređenja, prihrane i zaštite. Žetva, odnosno ručno skidanje klasova, izvršeno je u fazi pune zriobe. Tijekom svake vegetacijske godine (2008./2009. i 2009./2010.) u poljskim je pokusima bilo ocijenjeno svojstvo voštanost klasa na 20 biljaka po parceli. Metode opažanja svojstava (UPOV,1996.) prikazane su u Tablici 1. U vrijeme žetve uzet je uzorak od 120 klasova po parceli te su u laboratoriju bili formirani uzorci od 20 klasova za ocjenu 12 morfoloških svojstava na klasu i pljevama. U polju i laboratoriju analizirano je 2000 klasova po godini ispitivanja, odnosno urađeno je ukupno 52 000 ocjena. Različitost sorata ispitivana je na osnovi ukupno 13 morfološka svojstva klasa (Tablica 2.).

Tablica 1. Metode opažanja svojstava

Table 1. Methods of characteristics observation

Oznaka Mark	Metoda Method
M	Mjerenje grupe biljaka ili individualnih biljaka ili dijelova biljaka za utvrđivanje različitosti / <i>Measurement group of plant or individual plants or parts of plant for assesment of distinctness</i>
VG	Vizualna opažanja pojedinačnim promatranjem grupe biljaka ili dijelova biljaka za utvrđivanje različitosti / <i>Visual observation of individual observations group of plants or parts of plants for assesment of distinctness</i>
VS	Vizualna opažanja promatranjem pojedinih biljaka ili dijelova biljaka za utvrđivanje različitosti / <i>Visual observation single of plants or parts of plants for assesment of distinctness</i>

Tablica 2. Morfološka svojstva klasa prema UPOV tehničkom vodiču za DUS ispitivanje pšenice

Table 2. Morphological characteristics of ear according to UPOV test guideline for DUS testing of wheat

Br. / Nr. UPOV	Svojstva Characteristics	Faza razvoja ¹ Development stage ¹
7.	Klas: voštanost / <i>Ear: glaucosity</i>	60-69 / VG
11.	Klas: forma u profilu / <i>Ear: shape in profile</i>	92 / VS
12.	Klas: gustoća / <i>Ear: density</i>	80-92 / M ili/ or VS
13.	Klas: duljina (bez osja ili produžetka pljevica) / <i>Ear: length (without awns or scurs)</i>	80-92 / M
14.	Osje ili produžetak pljevica: prisutnost / <i>Awns or scurs : presence</i>	80-92 / VG
15.	Osje ili produžeci pljevica na vrhu klasa: duljina / <i>Awns or scurs at tip of ear: length</i>	80-92 / VG
16.	Klas: boja / <i>Ear: colour</i>	80-92 / VG
17.	Apikalni članak klasa: dlakavost konveksne površine / <i>Apical rachis segment: hairness of convex surface</i>	80-92 / VS
18.	Donja pljeva: širina ramena (klasić u srednjoj trećini klasa) / <i>Lower glume: shoulder width (spiklet in mid-third of ear)</i>	80-92 / VS
19.	Donja pljeva: oblik ramena (kao za 18.) / <i>Lower glume: shoulder shape (as for 18.)</i>	80-92 / VS
20.	Donja pljeva: duljina vrha (kao za 18.) / <i>Lower glume: shoulder length (as for 18.)</i>	80-92 / VS
21.	Donja pljeva: oblik vrha (kao za 18.) / <i>Lower glume: beak shape (as for 18.)</i>	80-92 / VS
22.	Donja pljeva: stupanj unutrašnjih dlačica (kao za 18.) / <i>Lower glume: extent of internal hair (as for 18.)</i>	80-92 / VS

¹ Decimalni kod faza razvoja prema EUCARPIA skali, Bulletin Br.7.1974. str.49-52

¹ Decimal cod of development stage according to EUCARPIA scale, Bulletin Br.7.1974.p.49-52

Podatke za statističku obradu činili su rezultati dobiveni ocjenom navedenih 13 svojstava klasa. Na osnovi dobivenih ocjena, sastavljena je ishodišna matrica, koja je upotrijebljena za izračun genetske sličnosti. Navedena binarna matrica korištena je za izračun koeficijenta genetske sličnosti (S_{ij}) prema Dice (1945.):

$$S_{ij} = \frac{2N_{ij}}{N_i + N_j}$$

gdje je N_{ij} broj morfoloških marker svojstava prisutnih u oba genotipa, N_i broj svojstava prisutnih u genotipu i te N_j je broj prisutan u genotipu j . Sličnosti su izračunate uporabom računalnoga programa NTSYS 2.2. (Rohlf, 2009.) te su transformirane u različitosti. Matrice različitosti korištene su za izradu dendrograma, uporabom UPGMA metode.

REZULTATI I RASPRAVA

Analizom sorata pšenice na osnovi morfoloških svojstava klasa (Tablica 3.) ocijenjenih u poljskim pokusima, utvrđeno je da se voštanost klasa kod većine sorata (35) kretala u rasponu srednje slaba do srednje jaka, odnosno bila je ocijenjena sa 4, 5 i 6. Kod sorti Gabi i Anika utvrđena je vrlo slaba voštanost, dok je sorta Una ocijenjena interpoliranom ocjenom 2 (vrlo slaba do slaba voštanost). Sorte Banica i Talia imale su klas jake do vrlo jake voštane prevlake. Sorta Felix jedina je imala ocjenu 9, tj. vrlo jaku voštanost. Fusiforman oblik klasa utvrđen je kod kod 35 sorti, dok je sedam sorata (Gabi, Anika, Žitarka, Super Žitarka, Srpanjka, Barbara i Panonka) imalo paralelan, a šest sorata (Nika, Helia, Kalista, Matea, Talia i Janica) piramidalan oblik klasa. Gustoća je klasa kod 23 sorte evidentirana kao rijetka do srednje gusta te u 18 sorti srednje gustoće. Ekspresije stanja svojstva forma klasa u profilu i gustoća klasa pokazala su se kao vrlo stabilna tijekom provedenog ispitivanja. Dužina klasa u rasponu vrlo kratak do kratak kretala se za 21 sortu. Dugim klasom odlikovalo se šest sorata (AFZG Karla, Sana, Nina, Prima, Bc Renata i Bc Irena) u drugoj godini ispitivanja, dok su iste (osim AFZG Karle) u prvoj godini ispitivanja imale srednje kratke i kratke klasove. Prisutno osje zabilježeno je kod 15 sorti, dok je 35 sorti imalo produžetke pljevica. Sorte s utvrđenim osjem su Helia, Kalisa, Matea, Anika, Dea, Ema, AFZG Karla, Mihelca, Bc Lira, Cerera, Divana, Koleda, Talia, Iltija i Olimpija. Dužina osja ili produžetka pljevica kod oko polovine ispitivanih sorti kretala se u rasponu kratke do srednje dužine (ocjene 3 i 4). To se svojstvo, također, tijekom ispitivanja pokazalo kao vrlo stabilno. Svojstvo

br. 16 (boja klasa) bilo je jednako za 49 ispitivanih sorata, odnosno imale su bijelu boju klasa, osim sorte AFZG Karla, koja je imala obojen klas u zriobi. U laboratorijskom ocjenjivanju utvrđena je jaka, jaka do vrlo jaka te vrlo jaka (ocjene 7, 8, i 9) dlakavost završnoga članka klasa kod ukupno 29 ispitivanih sorta. Srednje do široko rame donje pljeve utvrđeno je kod 14 sorta, srednje kod 9 sorata, dok je vrlo usko utvrđeno kod sorta Ema, Adriana, Prima, Srpanjka i Panonka. Široko do vrlo široko rame utvrđeno je kod sorata Nika, Banica, Marija, Nina, Bc Mira i Bc Lidija, a vrlo široko kod sorata Aida i Katarina. Blago nagnut oblik ramena donje pljeve utvrđen je kod 19 sorti, nagnuto rame kod 9 sorti te ravno rame imalo je 12 sorti. Uzdignuto rame imale su samo sorte AFZG Karla, Marija, Bc Lidija i Bc Lira, dok uzdignuto rame s prisutnim drugim vrhom nije utvrđeno ni kod jedne sorte. Dužina vrha donje pljeve kod 27 sorti kretala se u rasponu kratak do srednje dug. Sorte Srpanjka, Lucija i Fiesta imale su vrlo kratak do kratak vrh donje pljeve, dok su sorte s prisutnim osjem imale dužinu vrha u rasponu dug do vrlo dug (ocjene 8 i 9). Oblik vrha donje pljeve kod 18 sorti bio je blago povijen, kod 12 sorti ravan do blago povijen, kod 9 sorti blago povijen do srednje zakrivljen te kod 7 sorti srednje zakrivljen. Samo kod sorti Bc Lira, Bc Irena, Talia i Olimpija utvrđen je ravan oblik vrha. Jako zakrivljeni i koljenasti oblik vrha donje pljeve nisu utvrđeni ni kod jedne sorte. Stupanj unutrašnjih dlačica donje pljeve je kod 33 sorte bio vrlo slab, kod osam sorti srednji te kod devet sorti jak. Nakon dvije godine ispitivanja, analizirana svojstva donje pljeve u laboratoriju pokazala su se kao vrlo stabilna, s obzirom na stanja ekspresije.

Tablica 3. Klasifikacija ispitivanih 50 sorti ozime pšenice – distribucija prema (ocjenama) različitim oblicima svojstava

Table 3. Classification of tested 50 varieties of winter wheat – distribution according to (marks) different expressions of characteristics

Br./Nr. UPOV	Svojstvo Characteristic	Ocjena Mark	Opis Expression	Br.sorti Nr.varieties
7	Klas: voštanost / Ear: glaucosity	1	Odsutna ili vrlo slaba / absent or very weak	2
		2	Vrlo slaba do slaba / very weak to weak	1
		3	Slaba / weak	5
		4	Slaba do srednja / weak to medium	15
		5	Srednja / medium	12
		6	Srednja do jaka / medium to strong	8
		7	Jaka / strong	4
		8	Jaka do vrlo jaka / strong to very strong	2
		9	Vrlo jaka / very strong	1
11	Klas:forma u profilu / Ear: shape in profile	1	Piramidalan / tapering	6
		2	Paralelan / parallel sided	7
		3	Polučunjust/ semi-clavate	1
		4	Čunjast / clavate	1
		5	Vretenast/ fusiform	35
12	Klas:gustoća / Ear: density	4	Rijedak do srednje gust / lax to medium	23
		5	Srednje gust / medium	18
		6	Srednje gust do gust / medium to dense	4
		7	Gust / dense	5

Tablica 3. Klasifikacija ispitivanih 50 sorti ozime pšenice – distribucija prema (ocjenama) različitim oblicima svojstava (nastavak)

Table 3. Classification of tested 50 varieties of winter wheat – distribution according to (marks) different expressions of characteristics (extention)

Br./Nr. UPOV	Svojstvo Characteristic	Ocjena Mark	Opis Expression	Br. sorti Nr.varieties
13	Klas: duljina / Ear: length	1	Vrlo kratak / very short	10
		3	Kratak / short	11
		4	Kratak do srednji / short to medium	2
		5	Srednji / medium	21
		7	Dug / long	6
14	Osje ili produžetak pljevica: prisutnost / Awns or scurs presence	2	Prisutne pljevice / scurs present	35
		3	Prisutno osje / awns present	15
15	Osje ili produžeci pljevica na vrhu klasa: duljina / Awns or scurs at tip of ear: length	2	Vrlo kratko do kratko / very short to short	8
		3	Kratko / short	17
		4	Kratko do srednje / short to medium	10
		5	Srednje / medium	4
		6	Srednje do dugo / medium to long	5
16	Klas:boja / Ear:colour	1	Bijela / white	49
		2	Obojena / coloured	1
17	Apikalni članak klasa: dlakavost konveksne površine / Apical rachis segment: hairness convex surface	1	Odsutna ili vrlo slaba / absent or very weak	1
		3	Slaba / weak	4
		4	Slaba do srednja / weak to medium	5
		5	Srednja / medium	4
		6	Srednja do jaka / medium to strong	7
		7	Jaka / strong	5
		8	Jaka do vrlo jaka / strong to very strong	11
18	Donja pljeva: širina ramena / Lower glume : shoulder width	9	Vrlo jaka / very strong	13
		1	Odsutna ili vrlo uska / absent or very narrow	5
		2	Vrlo usko do usko / very narrow to narrow	3
		3	Uzak / narrow	4
		4	Uzak do srednji / narrow to medium	4
		5	Srednji / medium	9
		6	Srednji do široki / medium to broad	14
		7	Širok / broad	3
		8	Široko do vrlo široko / broad to very broad	6
19	Donja pljeva: oblik ramena / Lower glume: shoulder shape	9	Vrlo široko / very broad	2
		1	Nagnut / sloping	9
		2	Nagnut do blago nagnut / sloping to slightly sloping	2
		3	Blago nagnut / slightly sloping	19
		4	Blago nagnut do ravan / slightly sloping to straight	2
		5	Ravan / straight	12
		6	Ravan do uzdignut / straight to elevated	2
20	Donja pljeva: duljina vrha / Lower glume: beak length	7	Uzdignut / elevated	4
		2	Vrlo kratak do kratk / very short to short	2
		3	Kratak / short	1
		4	Kratak do srednje dug / short to medium	13
		5	Srednje dug / medium	13
		6	Srednje dug do dug / medium to long	2
		7	Dug / long	5
		8	Dug do vrlo dug / long to very long	2
		9	Vrlo dug / very long	12

Tablica 3. Klasifikacija ispitivanih 50 sorti ozime pšenice – distribucija prema (ocjenama) različitim oblicima svojstava (nastavak)

Table 3. Classification of tested 50 varieties of winter wheat – distribution according to (marks) different expressions of characteristics (extention)

Br./Nr. UPOV	Svojstvo Characteristic	Ocjena Mark	Opis Expression	Br. sorti Nr.varieties
21	Donja pljeva: oblik vrha / Lower glume: beak shape	1	Ravan / straight	4
		2	Ravan do blago zakrivljen / straight to slightly curved	12
		3	Balgo zakrivljen / slightly curved	18
		4	Blago do srednje zakrivljen / slightly to moderately curved	9
		5	Srednje zakrivljen / moderately curved	7
22	Donja pljeva: stupanj unutrašnjih dlačica / Lower glume: extent of inner hair	3	Slab / weak	33
		5	Srednji / medium	8
		7	Jak / strong	9

Uporabom UPGMA metode izrađen je dendrogram (Grafikon 1.) te je prikladnost dendrograma, izrađenoga na osnovi transformirane matrice genetske sličnosti (S_{ij}) za razvrstani prikaz genetske raznolikosti sadržane u izvornim podacima, potvrđena visokoznačajnim kofenetičkim koeficijentom korelacije ($r = 0,73$; $P < 0,001$) između originalne matrice različitosti i matrice kofenetičkih vrijednosti nakon provedbe algoritma UPGMA.

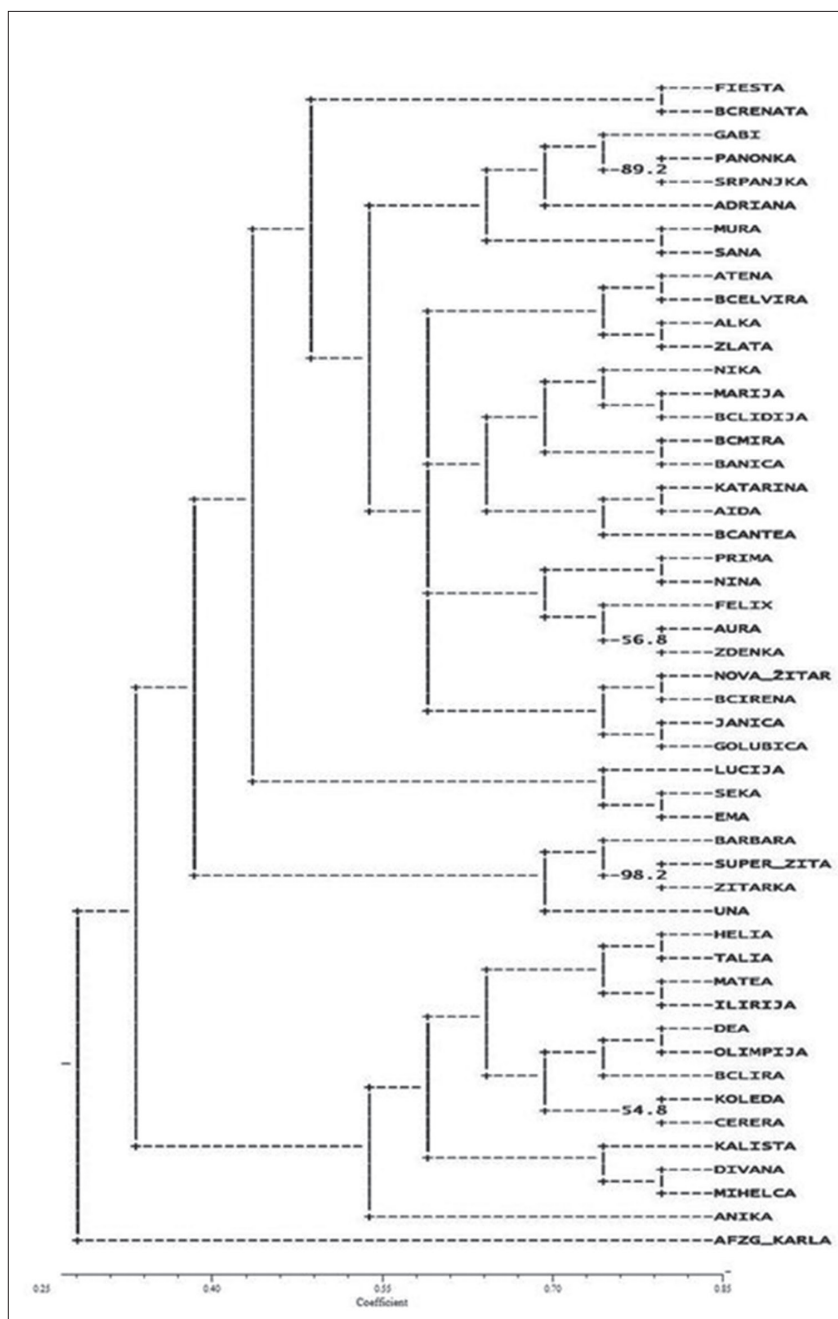
Prosječni koeficijent različitosti između svih ispitivanih sorata iznosio je 0,625, što ukazuje na veliku morfološku različitost hrvatske germplazme pšenice na osnovi analize svojstava klasa. Slične rezultate dobili su Marić i sur. (2004.), Ali i sur. (2008.), Salem i sur. (2008.) te Petrović (2011.), koji su utvrdili relativno veliku udaljenost između ispitivanih sorata, a primjenom UPGMA metode svi su genotipovi u različitim skupinama pokazali prisustvo značajne genetske različitosti, odnosno bilo ih je moguće razlikovati. Suprotno tim rezultatima, Maccaferri i sur. (2007.) utvrdili su prosječnu genetsku sličnost od 0,73 te su se samo vrlo udaljene linije durum pšenice izdvojile na osnovi fenotipa, koji je uključivao morfološka svojstva preporučena za DUS ispitivanje.

Prosječna različitost između oplemenjivačkih kuća kretala se ujednačeno u rasponu 0,50 do 0,67, dok je unutar oplemenjivačkoga centra Agronomskoga fakulteta Zagreb različitost bila nešto veća od prosjeka (0,72). Najveći koeficijent različitosti (0,94) utvrđen je između sorti AFZG Karla i Super Žitarka. Najmanji koeficijent različitosti iznosio je 0,15 i utvrđen je između sorti Srpanjka i Lucija, što je i za očekivati, s obzirom na to da je Srpanjka jedan od roditelja sorte Lucija.

Na dendrogramu (Grafikon 1.) ispitivane sorte mogu se razdvojiti u četiri skupine. Genetska različitost ispitivanih sorti na osnovi morfoloških podataka klasa pokazala je grupiranje prema tipu sorte te kod nekih grupa i prema podrijetlu. U prvu se skupinu izdvojila osjata sorta AFZG Karla Agronomskoga fakulteta Zagreb, zbog obojenoga klasa u fazi zriobe. U drugu skupinu grupirale su se sorte koje je obilježavalo svojstvo prisutnost osja (Mihelca, Divana, Kalista, Cerera, Koleda, Bc Lira, Olimpija, Dea, Ilirija, Matea, Talia i Helia). U treću skupinu svrstale su se sorte Una, Žitarka, Super Žitarka i Barbara. Svrstavanje prve tri sorte može se povezati

s pedigreeom, jer Žitarka je roditeljska komponenta kod sorti Barbara i Super Žitarka. Razlog svrstavanja sorte Una u tu grupu može se povezati s ekspresijom svojstava na donjoj pljevi (širina ramena, oblik ramena, dužina vrha, oblik vrha, stupanj dlačica). Sve su to prinosne sorte koje pripadaju ranim do srednje ranim sortama, niske do srednje visoke stabljike, dobre kvalitete i otpornosti na polijeganje, što je istaknuto u rezultatima Bedea (1994.), Dreznera (1995.) i Petrović (2011.). U četvrtu skupinu grupirale su se preostale sorte bez osja (osim sorte Ema), koje su morfološki heterogene u odnosu na svojstva klasa i i donje glume. Kao zasebna podgrupa svrstale su se osjata sorta Ema te Seka i Lucija, a njihovo se grupiranje može povezati isključivo sa slabom voštanosti klasa i odsutnoj dlakavosti apikalnoga rachis segmenta donje pljevice. Pored toga, blisko grupiranje sorti Seka i Lucija može se povezati s podrijetlom, jer obje imaju sortu Srpanjka kao roditeljsku komponentu. Vrlo blizu prethodno navedenih sorti nalazi se i sorta Janica, što se, također, može povezati s pedigreeom, jer joj je jedan od roditelja Srpanjka. No, za razliku od Lucije, Seke i Eme, ima jače izraženu voštanost klasa, kao i različit oblik klasa. U toj se grupi nalaze i sestrinske linije Prima, Nina i Bc Antea, koje su proizišle iz istoga križanja Sana / Gala te je kod sorti Prima i Nina utvrđen jedan od nižih koeficijenata različitosti (0,38). Na blisko svrstavanje sorti Aura i Zdenka utjecala su svojstva oblik i gustoća klasa, kao i ispitivana svojstva donje pljevice, te se one ističu i jednim od najmanjih koeficijenata različitosti (0,2). Na svrstavanje sorti Alka, Bc Mira, Bc Elvira, Adriana, Banica, Bc Lidija, Aura, Zdenka i Nika može se reći da je utjecalo svojstvo dužina produžetka pljevice, kao i srednje jaka do dosta jaka dlakavost apikalnoga članka klasa. Iako sorte Srpanjka i Lucija imaju najmanji koeficijent različitosti (0,15), na njihovo udaljenije svrstavanje unutar četvrte grupe utjecala su svojstva ispitivana na donjoj pljevici.

Iako mnogi istraživači navode potrebu kombiniranja morfoloških s biokemijskim i molekularnim markerima (Cooke i sur., 2003; Collard i sur., 2005; Börner, 2006.), provedeno istraživanje pokazalo je mogućnost uspješne primjene morfoloških svojstava klasa u procjeni genetske različitosti pšenice.



Grafikon 1. Dendrogram UPGMA ispitivanih sorata na osnovi matrice genetske različitosti morfoloških podataka analize svojstava klasa

Figure 1. Dendrogram UPGMA of tested varieties according to dissimilarity matrix of morphological ear characteristics data

ZAKLJUČAK

Temeljem provedenog istraživanja genetske različitosti hrvatske germplazme pšenice na osnovi morfoloških svojstava klasa, utvrđena je visoka razina različitosti (0,625) između ispitivanih sorata. Izdvojile su se sorte Super Žitarka i AFZG Karla, između kojih je utvrđen najveći koeficijent različitosti (0,94). Najmanji koeficijent različitosti iznosio je 0,15 i utvrđen je između sorti Srpanjka i Lucija. Na osnovi provedene analize podataka, utvrđene su najudaljenije sorte najboljih morfoloških svojstava klasa, što će pomoći pri uspješnom izboru

novih roditeljskih kombinacija u budućim oplemenjivačkim programima.

LITERATURA

1. Ali, Y., Atta, B.M., Akhter, J., Monneveux, P., Lateef, Z. (2008): Genetic variability, association and diversity studies in wheat (*Triticum aestivum* L.) germplasm. Pak. J. Bot. 40(5): 2087-2097.
2. Bede, M. (1994): Novi trendovi u oplemenjivanju pšenice. Sjemenarstvo 11(1-2): 5.-13.

3. Bede, M., Petrović, S. (2006.): Genetska varijabilnost roditelja – uvjet uspješnom oplemenjivanju pšenice. *Sjemenarstvo*, 23(1): 5.-11.
4. Bedő, Z., Vida, G., Láng, L., Karsai, I. (1998): Breeding for breadmaking quality using old Hungarian varieties. *Euphytica*, 100: 179-182.
5. Börner, A. (2006): Preservation of plant genetic resources in the biotechnology era. *Biotechnol. J.* 1(12): 1393-1404.
6. Collard, B.C.Y., Jahuer, M.Z.Z., Brouwer, J.B., Pang, E.C.K. (2005): An introduction to markers, quantitative trait loci (QTL) mapping and markers assisted selection for crop improvement: The basic concepts. *Euphytica* 142: 169-196.
7. Cooke, R.J., Reeves, J.C. (2003): Plant genetic resources and molecular markers: variety registration in new era. *Plant Genet. Resour.* 1(2-3): 81-87.
8. Dice, L.R. (1945): Measures of the amount of ecologic association between species. *Ecology*, 26: 297-302
9. Drezner, G. (1995.): Oplemenjivanje bilja na Poljoprivrednom institutu Osijek. *Sjemenarstvo* 12(1): 13.-18.
10. Dvojković, K., Šatović, Z., Drezner, G., Somers, D.J., Lalić, A., Novoselović, D., Horvat, D., Marić, S., Šarčević, H. (2010.): Allelic variability of Croatian wheat cultivars at the microsatellite locus xgwm261. *Poljoprivreda* 16(1): 32.-37.
11. Jones, H., Jarman, R.J., Austin, L., White, J., Cooke, R.J. (2003.): The management of variety reference collection in distinctness, uniformity and stability testing of wheat. *Euphytica*, 132: 175-184.
12. Kobiljski, B., Querrie, S., Denčić, S., Kirby, J., Ivegeš, M. (2002.): Genetic diversity of the Novi Sad wheat core collection revealed by microsatellite. *Cellular & Molecular Biology Letters* 7: 685-694.
13. Maccaferri, M., Stefanelli, S., Rotondo, F., Tuberosa, R., Sanguineti, M.C. (2007): Relationship among durum wheat accessions. I. Comparative analysis of SSR, AFLP, and phenotypic data. *Genome* 50(4): 373-384.
14. Marić, S., Bolarić, S., Martinčić, J., Pejić, I., Kozumplik, V. (2004): Genetic diversity of hexaploid wheat cultivars estimated by RAPD markers, morphological traits and coefficients of parentage. *Plant Breeding* 123: 366-369.
15. Petrović, S. (2011.): Genetska različitost germplazme ozime krušne pšenice (*Triticum aestivum* L. ssp. *vulgare*). Doktorski rad. Sveučilište J.J.Strossmayera u Osijeku.
16. Petrović, S., Marić, S., Čupić, T., Drezner, G., Karsai, I. (2012.a): Assessment of genetic diversity in Croatian winter wheat varieties using SSR and AFLP markers. *Poljoprivreda* 18(2): 18-24.
17. Petrović, S., Marić, S., Čupić, T., Drezner, G., Karsai, I. (2012.b): Distribution of allelic variants of hexaploid wheat germplasm at xgwm261 and Ppd-D1 locus. *Poljoprivreda* 18(2): 25-29.
18. Reif, J.C., Zhang, P., Dreisigacker, S., Warburton, M.L., van Ginkel, M., Hoisington, D., Bohn, M., Melchinger, A.E. (2005): Wheat genetic diversity trends during domestication and Breeding. *Theor. Appl. Genet.* 110: 859-864.
19. Rohlf, F.J. (2009): NTSYS-pc. Numerical Taxonomy System, ver. 2.21c. Exeter Software, Setauket, New York, USA
20. Rukavina, I., Jurić, R., Varnica, I. (2008.): DUS ispitivanje novih sorti ozime pšenice u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2000. do 2008. godine. Zbornik radova 43. hrvatskog i 3. međunarodnog simpozija agronoma u Opatiji; 269.-272.
21. Rukavina, I., Marić, S., Guberac, V., Čupić, T., Tepper, C. (2012.): Glutenin loci variability of Croatian wheat germplasm. *Poljoprivreda / Agriculture*. 18(2):30-35.
22. Salem, K., F., M., Zanaty, A., M., Esmail, R., M. (2008): Assessing Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genetic Diversity Using Morphological Characters and Microsatellite Markers. *World J. Agric. Sci.* 4(5): 538-544.
23. Smykal, P., Horaček, J., Dostalova, R., Hybl, M. (2008): Variety discrimination in pea (*Pisum sativum* L.) by molecular, biochemical and morphological markers. *J. Appl. Genet.* 49(2): 155-166.
24. Tasnuva, S., Hasanuzzaman, M., Faruq, G., Sharmeen, F., Arifuzzaman, M. (2010): Study on differentiation of wheat varieties through morphological and molecular approaches. *Int. J. Sustainable Crop Prod.* 5(3): 29-34.
25. UPOV (1996): Guideline for the distinctness, uniformity and stability wheat (*Triticum aestivum* L.). TG/3/11.
26. Winter, P., Kahl, G. (1995.): Molecular marker technologies for plant improvement. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 11(4): 438-448.

DIVERSITY OF EAR CHARACTERISTICS OF CROATIAN WHEAT GERMLASM

SUMMARY

Morphological characteristics of ear were used for estimation of genetic diversity in 50 varieties of hexaploid winter wheat originated from Croatian breeding programs. Field trials were set at two locations in two vegetation years (2008/09 and 2009/10). Observations in field trials and laboratory were done on 13 ear characteristics used in DUS testing. Genetic diversity research of Croatian wheat germplasm according to ear morphological characteristics, showed a high level of dissimilarity (0.625) among the tested varieties. Varieties Super Žitarka and AFZG Karla are pointed out with highest coefficient of dissimilarity (0.94). Application of UPGMA method showed that all varieties in different groups had significant genetic diversity. On the basis of data analysis the most distant varieties with the best morphological characteristics of ear were determined and it will be help in the selection of new parent combinations in future breeding programs.

Key-words: wheat, diversity, DUS, morphological characteristics, ear

(Primljeno 17. studenoga 2012.; prihvaćeno 18. travnja 2013. - Received on 17 November 2012; accepted on 18 April 2013)